



“Accesibilidad capitalizada en el precio de vivienda y tierra: anuncios de nuevo metro en Santiago de Chile (2008-2019)”

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN ECONOMÍA**

**Alumno: Vicente Mosso Pausic
Profesor Guía: Ramón López Vega
Profesor Co-Guía: Ernesto López Morales**

Santiago, septiembre de 2023

Resumen¹

La introducción de nuevo transporte público en una localidad aumenta su accesibilidad, generando atractivo por vivir allí. Si esto se traduce en incrementos (premios) a los precios de vivienda o tierra, entonces existe una capitalización de esta accesibilidad. El caso de los anuncios de nuevas líneas del metro en Santiago de Chile entre 2008 a 2019 demuestra que existen restricciones a la capitalización. En una zona se generan premios de hasta 8% al precio de departamentos y 14% a la tierra, en otra solo ocurre capitalización en el precio de departamentos y en dos zonas no se encuentran premios positivos. Debido a las características observadas de cada zona, se presentan tres restricciones a la capitalización de accesibilidad: la abundancia de tierra, la incertidumbre del anuncio y la presencia de mercados subsidiados. Por otro lado, los premios positivos agregados pueden representar hasta un 11% del total del costo de inversión del transporte, lo que abre la discusión a políticas que capturen este valor.

¹ Tesis Patrocinada Por Proyecto Fondecyt #1210972 “Housing Appreciation In The Greater Santiago Metropolitan Area: Causes, Geographical Distribution, And Effects On Fertility”. Investigador Responsable: Ernesto López Morales.

1. Introducción

La inversión en transporte público es importante para el desarrollo de las ciudades, pues permite acceder a los servicios y empleos concentrados en el centro. Por ejemplo, algunos estudios han comprobado que un mejor acceso al transporte público permite alcanzar más puestos de trabajo (Li et al., 2019) y una mayor calidad educacional, lo que puede ayudar a reducir las brechas educativas (Asahi & Pinto, 2022).

Las zonas residenciales en cambio suelen repartirse a lo largo de la ciudad, entonces si la urbe crece demográficamente se demandará mayor cantidad de transporte público. Sin embargo, la oferta de este es acotada porque las grandes inversiones en transporte público —como una nueva línea de metro— ocurren con baja frecuencia, principalmente debido a su alto costo inicial y a la necesidad de ser planificadas años antes de ser anunciadas de forma oficial. De esta manera, existen zonas residenciales con variados niveles de accesibilidad al transporte público.

La teoría económica predice que, ante mejoras en la accesibilidad de una zona, mantenido lo demás constante, aumenta la demanda por vivir allí y con ello incrementa el precio de la vivienda, de manera que el valor de la accesibilidad es capitalizado en parte por el aumento en el precio. Esta es la hipótesis principal del trabajo, llamada en adelante “hipótesis de capitalización de accesibilidad”. El aumento en el precio será señalado en adelante como “premio al precio”. La magnitud de la capitalización puede ser importante, de manera que existen propuestas de políticas de captura de valor de suelo para financiar proyectos de inversión urbana como el transporte público (Blanco et al., 2016).

En base a lo anterior, se estudia el cumplimiento de la hipótesis de accesibilidad para el caso de los anuncios de nuevas líneas de metro en la ciudad de Santiago de Chile. Si bien los anuncios no aumentan directamente la accesibilidad, en este caso implicaron que las nuevas líneas estarían operativas en un plazo máximo de siete años, por lo que es probable que el mercado de vivienda reaccione a la mejora esperada de accesibilidad desde el momento en que se conoce, es decir, desde el anuncio. De este modo, se puede utilizar una estrategia de identificación de diferencias en diferencias en torno al anuncio definiendo un grupo de control no afectado por el anuncio y otro de tratamiento que ve un aumento en su accesibilidad esperada por el anuncio. Para determinar posibles restricciones a la capitalización de accesibilidad, se analizan cuatro zonas específicas de la ciudad.

Además, una de las características de este trabajo, es que —en línea con las investigaciones para el caso del metro de Santiago de Chile (López et al., 2014; 2019 y 2023)— se subdivide el mercado de vivienda en dos grandes clasificaciones: el mercado de departamentos y el mercado de tierra, estudiándose los premios a cada uno por separado. El mercado de departamentos lo componen las viviendas verticales, mientras que el de tierra está compuesto por bienes raíces clasificados como casas (viviendas unifamiliares), terrenos y bodegas. Es importante mencionar que el mercado de la tierra cumple un doble rol, ya que estos bienes pueden ser comprados como bienes finales de uso residencial (al igual que los departamentos) o como insumos para el desarrollo inmobiliario, es decir, para construir nueva vivienda.

En lo que sigue, en la sección 2 se realiza un resumen de la literatura del tema; en la 3 se describen las fuentes de datos utilizadas, se construyen las variables de interés, se define el grupo de tratamiento y se analiza estadística descriptiva; en la 4 se detalla el diseño de la estrategia de identificación de diferencia en diferencias; en la 5 se presentan los resultados generales; en la 6 se realizan ejercicios de robustez; en la 7 se presentan los resultados agregados y en la sección 8 se entregan las conclusiones del trabajo.

2. Literatura

El estudio de la capitalización de la accesibilidad lleva más de tres décadas por lo que la literatura es extensa, en especial en el estudio de casos de países desarrollados. Para propósitos de este trabajo, se clasifica la literatura según su enfoque del efecto en cinco aspectos: estimación del signo; magnitud; heterogeneidad; temporalidad y distribución.

En primer lugar, sobre el signo, existe cierto consenso de que el efecto de la accesibilidad al transporte público es positivo (Yen et al., 2019; Li et al., 2019; Debrezion et al., 2007; López et al., 2019; Yan et al., 2012; entre otros). De la mano con esto, en los casos donde se estima un efecto nulo o negativo se argumenta que serían más bien casos particulares donde otros factores están actuando, como: la alta descentralización de la ciudad (Gatzlaff & Smith, 1993), externalidades negativas como el aumento del tráfico de automóviles o la criminalidad llamadas comúnmente “nuisance effect” (Chen et al., 1998) o la falta de desarrollo de políticas de uso del suelo y falta de atractivo para la inversión en vivienda (Du & Mulley, 2007).

En segundo lugar, sobre la magnitud del efecto positivo, esta puede variar mucho debido a la metodología utilizada, el tipo de transporte, el submercado de vivienda o el tamaño del área estudiada (Yen et al., 2019). Por ejemplo, Du & Mulley (2006) estudian el tren ligero² en una región del Reino Unido mientras que Debrezion (2011) estudia los ferrocarriles nacionales³ en Países Bajos. Afortunadamente, Debrezion et al. (2007) generaliza las magnitudes a través de un meta estudio y encuentra un efecto promedio de 5% para el caso de viviendas unifamiliares (29 estudios) y de 4% para departamentos (7 estudios), ambos calculados para un radio de influencia de 400 metros alrededor de las estaciones.

Tercero, sobre la heterogeneidad del efecto, se han aplicado metodologías de estimación de efectos locales, lo que ha permitido comparar el efecto entre distintos barrios o distancias de forma clara. Du & Mulley (2006) señalan que el mismo transporte puede estar generando un efecto positivo en el valor del suelo en algunas zonas, pero negativo o nulo en otras, aunque no explican los posibles factores involucrados. Otros como Bowes & Ihlanfeldt (2001) señalan cuatro factores o mecanismos fundamentales que determinarían variaciones del efecto: la accesibilidad potencial generable, el atractivo comercial, las externalidades negativas (“nuisance effect”) y el aumento en criminalidad. Los primeros

² Tipo de transporte pensado para niveles de tráfico menores que el metro

³ Tipo de transporte que conecta ciudades

dos aportan positivamente y los otros dos contrarrestan de forma negativa, no obstante, la distancia a las estaciones y el nivel socioeconómico del barrio determinan el rol que juega cada uno en el efecto final observado. De la misma forma, Forouhar & Hasankhani (2018) dan cuenta que el premio a los precios ocurre en los barrios de menor nivel socioeconómico porque: i) hay mayor necesidad de transporte público, ii) hay un Desarrollo Orientado al Transporte (TOD), iii) no existen factores socioculturales negativos como “la atracción de extraños” y iv) no se atrae un alto tráfico de autos (“nuisance effect”).

Cuarto, los estudios enfocados en la temporalidad estudian el efecto de los anuncios de nuevas líneas de transporte utilizando datos longitudinales y, en general, una metodología de diferencias en diferencias. De esta manera, sus resultados pueden ser más robustos para medir aumentos de accesibilidad que los estudios basados en modelos de regresión lineal múltiple (precios hedónicos) debido a que pueden “limpiar” el efecto de factores fijos en el tiempo correlacionados a la ubicación del transporte público como las amenidades, avenidas, transporte público anterior o el desarrollo local de los barrios. Knaap et al. (2001) encuentran que los precios de la tierra vacía aumentan por la planificación de nuevas líneas de trenes ligeros. Agostini & Palmucci (2008) sostienen un efecto de 4% después de los anuncios, que aumenta luego de que se conoce la ubicación exacta de las estaciones y que debería aumentar a medida que se acerca la fecha de inauguración. Por otro lado, Yan et al. (2012) presentan evidencia de que los premios solo ocurren luego de la inauguración, lo que se explica por incertidumbre en los anuncios y poco atractivo para invertir en vivienda.

Por último, la distribución del efecto hace referencia a determinar qué agentes económicos se ven mayormente beneficiados por los premios generados. En general pueden diferenciarse dos potenciales beneficiados: los desarrolladores inmobiliarios y los propietarios de tierra. Para el caso de Santiago de Chile, López et al. (2014; 2019) indican que el premio generado por el transporte, amenidades y regulaciones es capitalizado en su mayoría por los desarrolladores inmobiliarios. Del mismo modo, López-Morales et al. (2023) estiman pequeños aumentos en los precios tierra (casas principalmente) comparados a los aumentos en precios de departamentos, señalando que los vendedores de suelo capitalizan más en los distritos acomodados con líneas de metro más antiguas. Otros como Duncan (2004) no estudian directamente la distribución entre desarrollador y propietario de tierra, pero si estudian el premio en departamentos diferenciado del de viviendas unifamiliares, encontrando que el primero suele ser mayor.

La contribución de este trabajo a la literatura existente es que presenta evidencia de tres posibles restricciones a la hipótesis de capitalización de accesibilidad: la abundancia de tierra, la incertidumbre en los anuncios y los mercados subsidiados. La primera puede explicar porque se encuentran efectos más fuertes en departamentos que en viviendas unifamiliares o tierra en algunos casos. Sobre la segunda, se introduce la importancia del inicio de las obras de construcción. La tercera es una particularidad del caso chileno que debe ser tomada en cuenta en los próximos estudios para el país. Además, se aporta evidencia para la existencia de premios desde el momento del anuncio de las líneas nuevas, entregando robustez a los resultados de otros estudios enfocados en líneas de metro antiguas de Santiago.

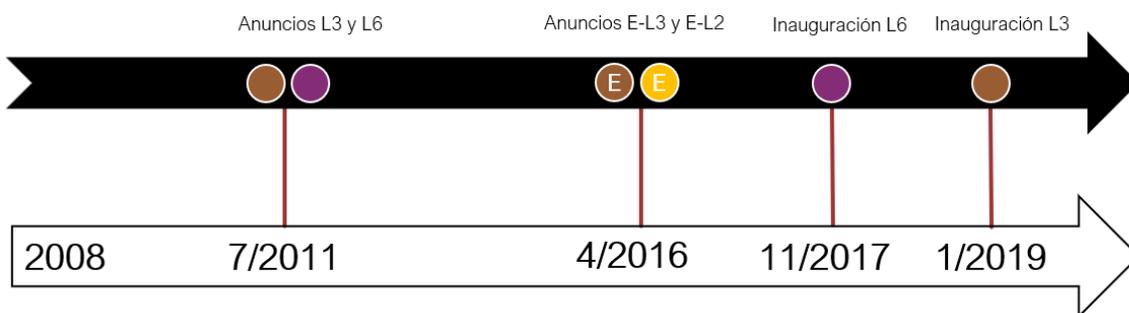
3. Datos y Estadística Descriptiva

3.1. Anuncios del metro de Santiago

En este trabajo se utilizan algunos anuncios oficiales de nuevas líneas y extensiones del metro de Santiago de Chile entre el periodo de 2008 a 2019. Estos anuncios quedan registrados en las memorias de acceso público de la empresa Metro Sociedad Anónima (S.A.). Como se puede visualizar en la figura 1, los anuncios ocurren en dos fechas específicas: en julio de 2011 las nuevas líneas 3 y 6⁴, mientras que en mayo de 2016 las extensiones para las líneas 2 y 3.

Es importante recalcar que las inauguraciones (momento en que comienzan a operar de manera normal las nuevas estaciones) de la línea 3 y 6 ocurren siete y seis años después de su anuncio respectivamente, mientras que para las extensiones de las líneas 3 y 2 se espera comiencen a operar durante finales de 2023 (Metro S.A., 2023). Es decir, siete años después de su anuncio. Por otro lado, sobre las obras de construcción, estas inician tan solo un año después para los anuncios de 2011 pero 3 años después para los de 2016, Esto último es relevante al momento de calcular el efecto inmediato del anuncio sobre los precios de bienes raíces, ya que a veces la ubicación final de las estaciones puede no ser la anunciada, lo que genera incertidumbre (Agostini & Palmucci, 2008). Entonces mientras antes se comiencen a construir, menor será la incertidumbre y se esperará un efecto inmediato de mayor magnitud debido a que los mercados de bienes raíces esperaran un aumento en la accesibilidad de forma más segura.

Figura 1: Anuncios seleccionados de nuevas líneas 3 y 6 y extensiones de líneas 2 y 3 del metro de Santiago, 2008-2019



Fuente: Memorias anuales de Metro S.A.(2023); E: Extensión.

3.2. Datos sobre bienes raíces

⁴ El anuncio de la línea 6 es un poco más complejo ya que fue “preanunciada” por la presidenta de la república en diciembre de 2009 pero este preanuncio no contemplaba la ubicación final de las estaciones. No es hasta julio de 2011 cuando se conoce de forma oficial por medio de la empresa Metro S.A. la ubicación oficial de las estaciones y los montos de inversión. Por la poca cantidad de datos a los que se tiene acceso antes de 2010 no se evalúa de forma alternativa el efecto del preanuncio en este caso.

La fuente de datos de la que se extraen las características de los bienes raíces es el registro administrativo del Conservador de Bienes Raíces (CBR)⁵ a partir del segundo semestre de 2008 hasta el primer semestre de 2019. Esta base es de carácter censal, por lo que registra todas las transacciones de compraventa de bienes raíces ocurridas en el periodo estudiado dentro de la mayoría de las comunas que conforman la ciudad de Santiago. Además, esta información puede ser complementada con datos administrativos del Servicio de Impuestos Internos (SII), que presenta características de la manzana en donde se ubica cada bien raíz.

Para efectos de este trabajo, solo se utilizan las transacciones relacionadas a departamentos, casas, terrenos y bodegas, clasificándose estos tres últimos tipos de bienes raíces como “mercado de tierra”. Se utilizan las siguientes variables que caracterizan cada transacción: precio de compraventa medido en unidades de fomento (UF)⁶, ubicación medida en coordenadas geográficas, bimestre, año, superficie construida de la unidad en m², terreno total en m² (solo en el caso del mercado de tierra), comuna, coeficiente de constructibilidad (CC) de la manzana⁷ y año de construcción. Las últimas dos variables solo están disponibles para departamentos.

Algo a tener en consideración es que se utiliza como variable dependiente el precio en UF dividido por la superficie en m² (en el caso del mercado de tierra se utiliza el terreno total), en adelante esta variable es llamada precio del m². De esta manera, se tiene un indicador del valor real de un m² de cada departamento o tierra, comparable entre transacciones de bienes raíces de distinto tamaño.

Por último, se filtran las observaciones según la disponibilidad de las variables mencionadas y se eliminan posibles observaciones extremas (1% superior e inferior de cada variable) en las variables: precio del m², superficie del terreno total y superficie del departamento. Con esto, el total de observaciones utilizables para todo el periodo es de 302,596 transacciones en el mercado de departamentos y 255,695 transacciones en el mercado de la tierra.

3.3. Definición de tratamiento y estadística descriptiva

Para cruzar los datos de bienes raíces con la red del metro, se utilizan las coordenadas geográficas de cada bien raíz y estación de metro (anunciadas y existentes) y se proyectan en un mapa de 2 dimensiones utilizando el sistema de coordenadas proyectadas “WGS 84 / UTM zone 19S”, recomendado para hacer proyecciones en el área geográfica donde se

⁵ Esta base es de acceso privado, por lo que fue comprada por parte del proyecto Fondecyt 1210972 y se me dio acceso solo para este trabajo.

⁶ La UF es un índice de reajustabilidad, calculado y autorizado por el Banco Central de Chile. Es ajustado de forma diaria de acuerdo con la inflación observada. Por lo tanto, cambios en el valor en UF de un bien raíz son cambios reales en su valor pues son independientes de la inflación general.

⁷ El Coeficiente de Constructibilidad es la relación entre la cantidad total de metros cuadrados que se permite edificar en un predio sobre el nivel de suelo natural, y la superficie de éste, descontando las áreas declaradas de utilidad pública.

ubica la ciudad de Santiago. Además, al mapa se agregan los límites comunales provenientes del Ministerio de Bienes Nacionales de Chile (2020). De este proceso, se obtienen los mapas 1 y 2.

El mapa 1 muestra el mercado de la tierra (casas, terrenos y bodegas) de la ciudad (puntos celestes) para todo el periodo y las líneas y estaciones nuevas anunciadas⁸ (líneas y puntos de color verde). Se puede observar que las transacciones de tierra ocurren de forma uniforme a lo largo del plano de la ciudad, independiente de la cercanía o no a las estaciones del metro. El mapa 2 hace lo propio para el mercado de departamentos, donde puede observarse algo distinto respecto al mercado de tierra: los departamentos se concentran en torno al sector centro y nororiente de la ciudad como también cerca de las líneas de metro. Existen ciertas concentraciones de departamentos en la periferia de la ciudad, específicamente dos en el sector sur, una en el oeste y otra en el noroeste, las que podrían deberse a la ubicación de viviendas subsidiadas, focalizadas en sectores vulnerables (Hidalgo et al., 2007 y Tapia Zarricueta, 2011).

3.3.1. Definición del Tratamiento

La variable de interés es el cambio en la accesibilidad a la red de metro (en el caso de los anuncios es un cambio esperado). Se cuantifica la accesibilidad a través de una variable dicotómica, en específico, las ubicaciones cercanas a un kilómetro⁹ o menos de distancia de una estación son categorizadas como ubicaciones con alta accesibilidad, de lo contrario son de baja accesibilidad. No se utiliza una variable continua de distancia, ya que otros factores relacionados, como el nivel de criminalidad o ruido, afectan también el atractivo de las ubicaciones (Bowes & Ihlanfeldt, 2001). Esto implica que, por ejemplo, una ubicación a 400 metros del metro puede ser más atractiva que ubicaciones que están más cerca o más lejos de la estación debido a que puede ser “la combinación perfecta” de buena accesibilidad, bajo ruido y baja criminalidad, lo cual hace poco útil utilizar una variable lineal de distancia y obligaría a utilizar modelos no lineales más complejos. Por el contrario, una variable dicotómica es simple de interpretar y compara un sector que en promedio fue más afectado por los factores mencionados (alta accesibilidad) con otro bajamente afectado¹⁰.

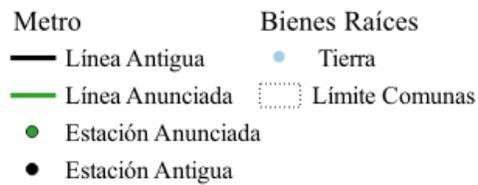
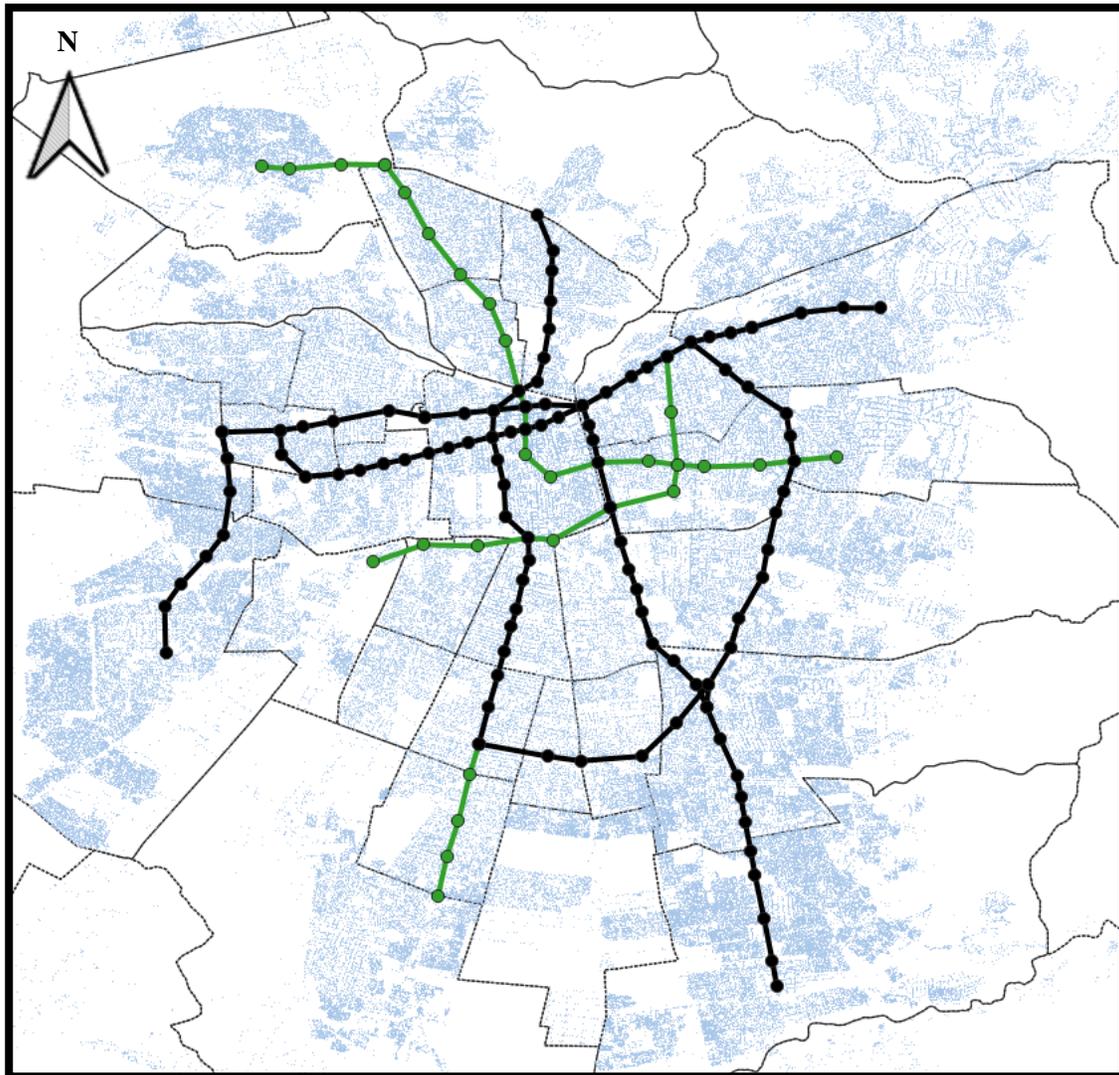
⁸ No se consideran como estaciones nuevas las estaciones antiguas a las que se les agrega una combinación a una línea nueva.

⁹ ¿Por qué 1 kilómetro? si bien en la literatura se utiliza este mismo tipo de medida de accesibilidad, no existe un consenso respecto a que distancia exacta ocupar, variando los estudios que utilizan desde los 0,4 a los 1,6 kilómetros. Como todos los estudios que se han realizado para el metro de Santiago utilizan 1 kilómetro, se utiliza este parámetro. De todas maneras, en la sección de robustez se mide el efecto cambiando la distancia.

¹⁰ Se asume que las ubicaciones que están fuera del radio de un kilómetro a la estación tienen menor acceso, lo que puede no ser tan preciso ya que muchos habitantes acceden al metro a través de buses, por lo que algunas ubicaciones más lejanas, pero con acceso expedito al sistema de buses podrían tener mayor accesibilidad. En esta dirección, una mejora a este trabajo sería utilizar como medida de accesibilidad el tiempo de viaje a la estación más cercana en vez de la distancia.

Se define como el grupo de tratamiento (pre y post anuncio) a todos los bienes raíces que: i) se ubican en lugares que pasaron de una baja accesibilidad a una alta debido a los anuncios, o ii) se ubican en lugares que ya tenían alta accesibilidad antes de los anuncios, pero las nuevas estaciones los acercan aún más a la red de metro. De esta forma, se observa que existe gran heterogeneidad en la ubicación del grupo de tratados debido a que las nuevas

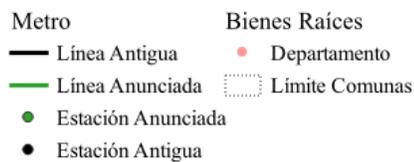
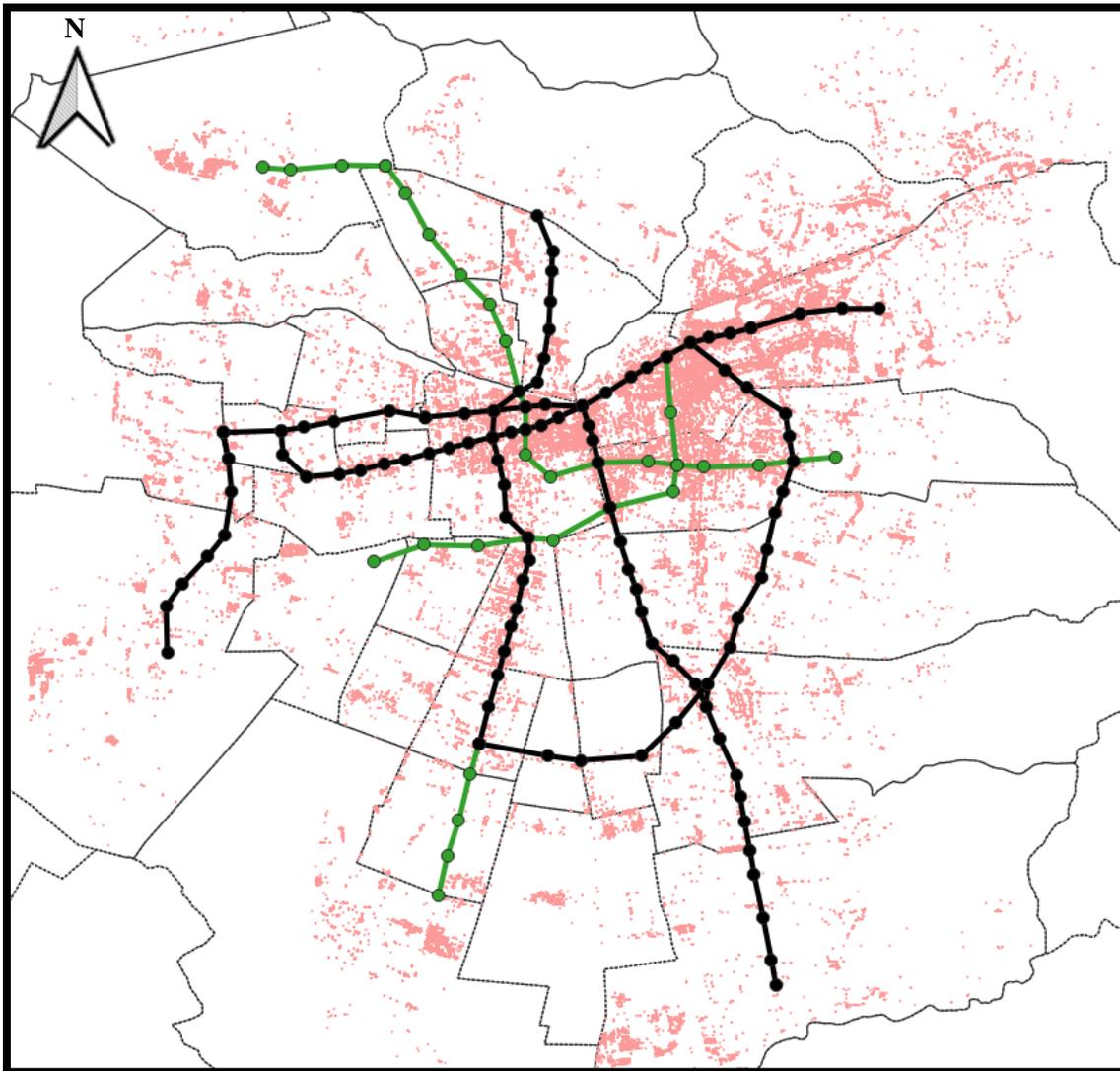
Mapa 1: Mercado de Tierra (2008-2019)



estaciones se localizan en 12 comunas de la ciudad con características socioeconómicas y de accesibilidad general muy distintas entre sí, lo que puede conducir a encontrar efectos heterogéneos según la zona.

Tomando en cuenta lo anterior, en busca de grupos de tratamiento más homogéneos comparables entre sí, se construyen cuatro zonas de tratamiento que abarcan 19 de las 26 estaciones anunciadas. Quedan fuera del análisis cuatro estaciones de la línea 6 y 3 de la línea 3, debido a que no se transan muchos departamentos alrededor, son sectores muy

Mapa 2: Mercado de Departamentos (2008-2019)



específicos que no conectan con más estaciones nuevas, o se ubican en el centro de la ciudad donde ya existe una alta accesibilidad al metro por otras estaciones antiguas. En adelante, las cuatro zonas son las siguientes:

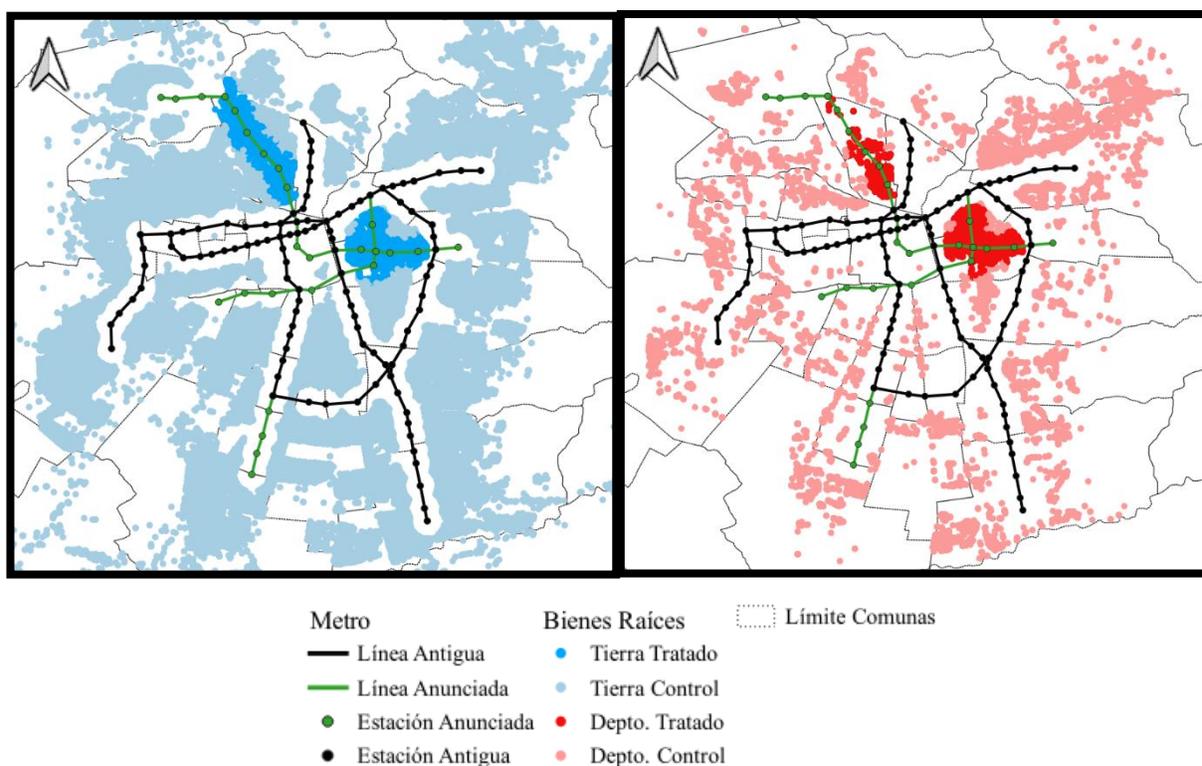
- Zona 1: Ñuñoa y Providencia (tres estaciones de Línea 3 y cuatro de Línea 6)
- Zona 2: Independencia y Conchalí (seis estaciones de Línea 3)
- Zona 3: El Bosque y San Bernardo (cuatro estaciones de la Extensión de Línea 2)
- Zona 4: Quilicura (tres estaciones de la Extensión de Línea 3)

Todas las zonas son analizadas utilizando periodos desde tres años antes de los anuncios en adelante. De este modo, las Zonas 1 y 2 son analizadas desde 2008 a 2019 (Anuncio en 2011) y las zonas 3 y 4 desde 2013 a 2019 (Anuncio en 2016). Las cuatro zonas de tratamiento pueden visualizarse en los mapas 3 y 4 diferenciados por tipo de mercado y periodo. Además, en estos mapas se visualiza el grupo general de control para cada caso, siendo definido como todos los bienes raíces situados en ubicaciones que permanecen con baja accesibilidad a la red de metro durante el periodo.

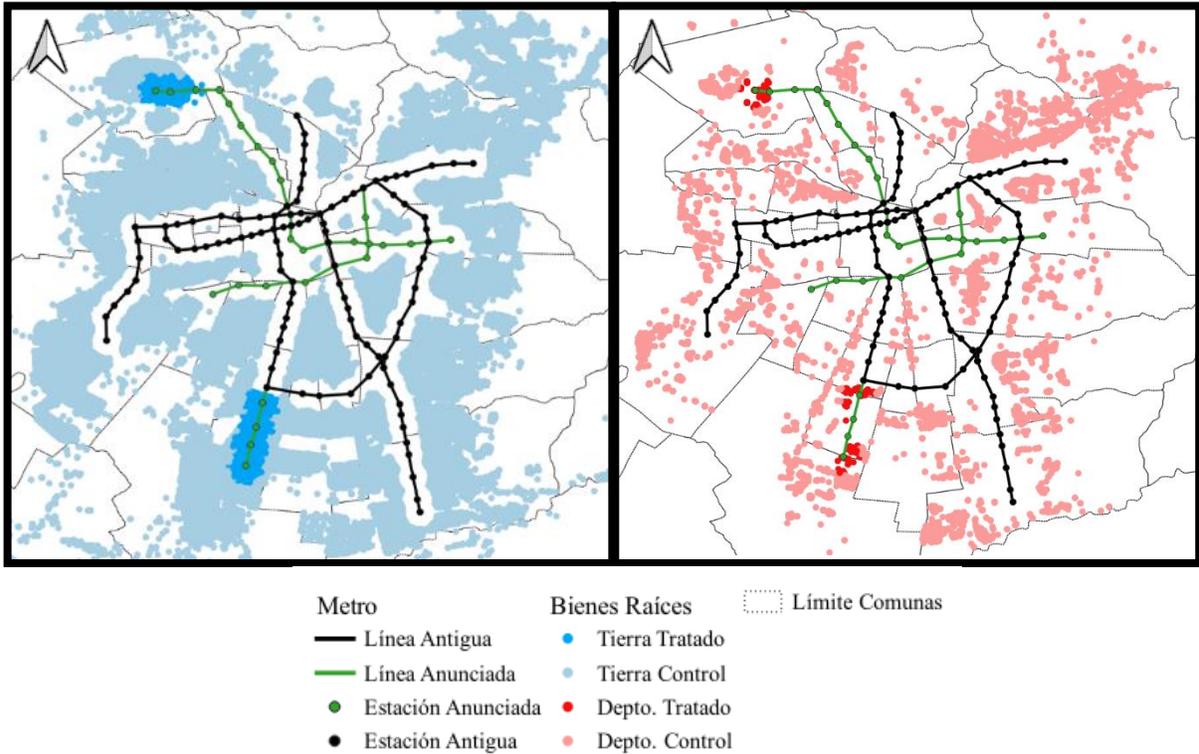
3.3.2. Estadística Descriptiva

Comparando de forma cualitativa, en los mapas 3 y 4 se observa que las zonas 1 y 2 son más cercanas al centro de la ciudad, mientras que las 3 y 4 se sitúan en comunas periféricas. La zona 1 contempla dos secciones perpendiculares entre las líneas anunciadas junto con una estación de combinación entre ambas, por otro lado, las demás zonas son caracterizadas por líneas de metro más bien rectas. Como es de esperar según el análisis hecho en los mapas 1 y 2, el mercado de departamentos está concentrado en ciertas ubicaciones cercanas a las estaciones anunciadas (a diferencia del mercado de tierra), lo que puede visualizarse especialmente en las zonas 3 y 4.

Mapa 3: Tratados y Controles Zona 1 y 2 (2008-2019)



Mapa 4: Tratados y Controles Zona 3 y 4 (2013-2019)



Para una comparación cuantitativa entre las zonas, se construye la Tabla 1, donde para cada periodo, zona analizada y grupo de control se calcula el promedio de cada covariable según tipo de mercado. Además, se calcula el precio del m² promedio y cantidad vendida antes y después del anuncio.

Observando la Tabla 1, después del anuncio los precios por m² promedio aumentaron de forma absoluta más que sus respectivos grupos de control solo en la zona 1 y en los departamentos de la zona 2, mientras que en los demás casos en general aumentaron, pero no tanto como su grupo de control (la excepción son los departamentos en la zona 4 que caen de precio por m²). En términos de cantidades, a excepción de las tierras en la zona 3 y 4 en las que se reduce y mantiene respectivamente, después del anuncio se venden anualmente más departamentos y tierras en todas las zonas, aunque en el caso del periodo 2008-2019, esto puede explicarse por un boom general de ventas anuales de departamentos y tierra, independiente de su cercanía al metro, lo que se puede visualizar en el grupo de control (columna 3).

Las últimas variables señaladas en la Tabla 1 corresponden al porcentaje de transacciones de bienes raíces que podrían estar siendo subsidiadas por el Estado. Puesto que no se tiene una variable directa que lo indique, se construye una en base a la información respecto a los

subsidios de vivienda pagados en la Región Metropolitana (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2023)¹¹. Se observa que el porcentaje de bienes raíces subsidiables para sectores vulnerables (Subsidiable) es bajo en las zonas 1 y 2 pero alto en las zonas 3 y 4 respecto a sus grupos de control. En la zona 3 y 4 el 50 y 38% de las transacciones podrían estar siendo subsidiadas de forma importante por el Estado, respectivamente. Este indicador es relevante debido a que los subsidios comúnmente utilizados exigen que las propiedades no excedan cierto valor, lo que implica que, en las zonas con alto nivel de transacciones subsidiadas, por más que exista una mejora en la accesibilidad, los precios no pueden aumentar ya que no existe gran atractivo por vivienda no subsidiable. Este mecanismo toma relevancia en la sección de resultados.

Tabla 1: Estadística Descriptiva Promedio por Zonas y Controles

	2008-2019 (Anuncio en 2011)			2013-2019 (Anuncio en 2016)		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Zona 1	Zona 2	Control	Zona 3	Zona 4	Control
Departamentos						
Tamaño (m2)	68	41	72	49	54	71
Antigüedad (años)	4,5	2,3	5,2	4,7	4,3	5,3
C. Construcción	2,8	4,3	1,8	1,5	1,1	1,8
<i>Pre Anuncio</i>						
Precio (UF/m2)	40	24	30	23	24	39
N	4.371	1.030	8.180	225	294	26.609
<i>Post Anuncio</i>						
Precio (UF/m2)	61	38	40	26	16	44
N	19.313	13.936	67.490	444	475	29.817
Tierra						
Tamaño (m2)	418	283	328	210	170	327
<i>Pre Anuncio</i>						
Precio (UF/m2)	14	7	9	6	12	11
N	543	667	15.778	1.649	1.290	65.526
<i>Post Anuncio</i>						
Precio (UF/m2)	24	8	11	7	13	13
N	3.515	5.427	156.624	1.366	1.293	68.586
General						
Subsidiable	2%	22%	36%	50%	38%	34%

¹¹ La vivienda subsidiada es de 2 tipos: focalizada para sectores vulnerables y focalizada para sectores medios. Para el primer grupo, el subsidio más utilizado en la ciudad es el DS49 que contempla viviendas con un valor máximo de 950 UF. Para el segundo grupo el más utilizado es el DS1 que contempla viviendas con un valor máximo de 2200 UF. El primer umbral se utiliza para construir la variable indicadora “Subsidiable”.

4. Estrategia Empírica

Recordando que el objetivo principal de este trabajo es determinar si los anuncios causaron un aumento en los precios de departamentos y tierra, se procede de manera similar a lo realizado en la literatura enfocada en anuncios u inauguraciones (Véase por ejemplo Agostini y Palmucci, 2008; Tan et al., 2019; Wagner et al., 2017), utilizando una estrategia de identificación de diferencias en diferencias. Una innovación respecto a la literatura es que se estudia el efecto sobre 4 zonas de la ciudad por separado (señaladas en la sección anterior), tanto para el mercado de departamentos como para el de tierra, lo que nos lleva a estimar ocho regresiones.

Para cada una de las zonas y tipo de mercado se estima el siguiente modelo:

$$p_i = a + \beta_1 M_i + \beta_2 (M_i * PostA_i) + \beta_3 X_i + \delta_t + \delta_c + \delta_E + \varepsilon_i \quad (1)$$

Donde la unidad de observación es la transacción del bien raíz i , la cual ocurre en un semestre t determinado y sobre una ubicación georreferenciada. La variable dependiente p_i es el logaritmo natural del precio real por metro cuadrado (medido en UF/m²) de la transacción i ; M_i es una variable dicotómica igual a 1 si el bien raíz es parte del grupo de tratamiento, en caso contrario, M_i es 0. $PostA_i$ es una variable dicotómica igual a 1 si la transacción se lleva a cabo después de un mes desde el anuncio de las nuevas estaciones e igual a 0 en caso contrario. X_i es un vector de características del bien raíz, el cual en el caso de los departamentos está compuesto por: la superficie total en m² de la unidad, la antigüedad en años, el coeficiente de constructibilidad y la distancia euclidiana en metros al centro de la ciudad¹². En el caso del mercado de la tierra, X_i este compuesto por: la superficie total en m², la superficie construida en m² y la distancia euclidiana en metros al centro de la ciudad. δ son efectos fijos de tiempo para cada semestre t , comuna c y estación de metro E .

El parámetro de interés β_2 , se interpreta como el efecto en % sobre el precio real por metro cuadrado generado sobre el grupo tratado (en comparación al grupo de control) por el anuncio de las nuevas estaciones de metro. Un $\beta_2 > 0$ significa que la hipótesis de accesibilidad se cumple. Un supuesto para que β_2 no esté sesgado es que existan tendencias paralelas entre los grupos previo al anuncio, es decir, que no exista un cambio en la variable dependiente entre ambos grupos antes del anuncio. Para comprobar el supuesto se realiza un estudio de eventos, el cual consta en estimar el siguiente modelo para cada caso:

$$p_i = a + \beta_1 M_i + \sum_{t=-6, t \neq 0}^T \beta_t (M_i * S_{it}) + \beta_5 X_i + \delta_t + \delta_c + \delta_E + \varepsilon_i \quad (2)$$

¹² Se asumen como centro de la ciudad un pequeño conjunto de estaciones de metro (Línea 1 desde estación Universidad de Chile hasta estación Tobalaba) que concentra la mayor cantidad de viajes diarios, combina con casi todas las líneas de metro y entrega acceso a las ubicaciones con mayor cantidad de servicios y puestos de trabajo.

Donde S_{it} es una variable dicotómica igual a 1 si la transacción ocurre t semestres después del anuncio (por ejemplo $t = -6$ para todas las transacciones que ocurren 6 semestre antes del anuncio) y T es el último semestre. De esta manera, si los β_t estimados antes del anuncio ($t < 0$) no son sistemáticamente distintos de 0, entonces no se puede rechazar el supuesto de tendencias paralelas. El detalle de este análisis se realiza en la sección de robustez.

5. Resultados

Se estima el modelo de la ecuación (1) para cada zona y mercado, utilizando tres tipos de grupo de control distintos, conformados por muestras distintas. Primero, el grupo control más general “AB” es el ya explicitado en la sección de estadística descriptiva, que contempla todas las ubicaciones que permanecen con accesibilidad baja a la red de metro. Segundo, el grupo de control “Local” reúne los bienes raíces en las comunas locales de cada zona o en algunas comunas aledañas (explicitadas en el apéndice 1), independiente de si las ubicaciones permanecen con una accesibilidad baja o alta durante el periodo. Por último, las estimaciones “Local AB” utilizan el mismo grupo que “Local” pero solo considerando las ubicaciones que permanecen con accesibilidad baja a la red de metro. La razón de utilizar estos tres grupos de control es evaluar si su elección arbitraria puede afectar la magnitud o robustez del resultado.

En la Tabla 2 se resumen los resultados para las zonas 1 y 2, donde el parámetro de interés β_2 es positivo y estadísticamente significativo al 99% de confianza en todos los casos estimados para el mercado departamentos y al 95% de confianza en los casos del mercado de la tierra para la zona 1. En el caso de ventas de tierra para la zona 2 no se cumple la hipótesis. En términos de magnitudes, en promedio los anuncios de metro estarían aumentando desde 3 hasta 9% los precios del m^2 de departamentos en la zona 1, mientras que entre 2 y 14% en la zona 2. De la misma forma, aumentarían entre un 10 y 14% los precios del m^2 de tierra en la zona 1.

¿Por qué la tierra no está aumentando su valor en la zona 2? posiblemente existe un número relativamente alto de tierras disponibles a la venta respecto a la cantidad que demandan los desarrolladores inmobiliarios para construir departamentos, es decir, una abundancia de tierra. Entonces es suficiente comprar los terrenos que se ofertan a precios bajos para satisfacer aumentos en la demanda por tierra, no viéndose afectado el precio. Si en cambio la tierra disponible es escasa, se requiere comprar terrenos de mayor valor para absorber los aumentos de demanda, presionando los precios al alza.

Apoyando el argumento anterior, la tabla 1 indica que el total de m^2 de tierra transados post anuncio en ambas zonas es similar: 1,47 millones de m^2 en la zona 1 y 1,54 millones en la zona 2. Sin embargo, en la zona 2 se vende menor cantidad de m^2 de departamentos y existe un coeficiente de constructibilidad 50% más alto, por lo que basta con utilizar solo un 9% de la tierra total vendida para construir la cantidad de m^2 de departamentos vendidos durante el periodo mientras que en la zona 1 se requiere un importante 32% del total de

tierra¹³. Por lo tanto, hay una abundancia de tierra en la zona 2 que permite que, ante aumentos de demanda, aumenten las cantidades transadas pero los precios no aumenten. De lo anterior se deriva la siguiente restricción a la hipótesis de accesibilidad:

Restricción 1) Abundancia de tierra: cuando existe abundancia de tierra, la oferta de tierra es elástica y la hipótesis de accesibilidad no se cumple este mercado.

Tabla 2: Efecto del Anuncio de L6 y L3 para Ñuñoa-Providencia (Z1) e Independencia-Conchalí (Z2), 2008-2019

	Zona 1			Zona 2		
	(1) AB	(2) Local	(3) Local AB	(4) AB	(5) Local	(6) Local AB
Departamentos						
β_1	-0.016* (0,009)	0.063*** (0,009)	0,004 (0,011)	0.221*** (0.013)	0.166*** (0.014)	0.142*** (0.016)
β_2	0,086*** (0.005)	0,027*** (0.005)	0,065*** (0.008)	0.022*** (0.008)	0.035*** (0.010)	0.135*** (0.015)
CC	0.010*** (0.001)	-0.004*** (0.001)	-0.024*** (0.001)	0.030*** (0.001)	0.020*** (0.001)	0.014*** (0.002)
<i>Tamaño(m2)</i>	0.000*** (0.000)	-0.002*** (0.000)	-0.002*** (0.000)	0.000*** (0.000)	-0.002*** (0.000)	-0.002*** (0.000)
<i>Anti. (años)</i>	-0.027*** (0.000)	-0.023*** (0.000)	-0.024*** (0.000)	-0.029*** (0.000)	-0.034*** (0.001)	-0.035*** (0.001)
<i>N.</i>	99354	54464	32316	90636	27468	21140
<i>N. Tratados</i>	23684	23684	23684	14,966	14,966	14,966
<i>R²Aj.</i>	0.806	0.598	0.625	0.787	0.642	0.680
Tierra						
β_1	-0.034 (0.040)	-0.036 (0.044)	0.029 (0.052)	0.051* (0.026)	-0.063** (0.031)	0.041 (0.032)
β_2	0.142*** (0.028)	0.108*** (0.033)	0.100** (0.041)	-0.155*** (0.025)	-0.035 (0.029)	-0.045 (0.030)
<i>Tamaño(m2)</i>	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)	-0.000*** (0.000)
<i>Sup útil (m2)</i>	0.001*** (0.000)	0.000*** (0.000)	0.000*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.001*** (0.000)
<i>N.</i>	176460	15023	7814	178496	23346	18617
<i>N. Tratados</i>	4,058	4,058	4,058	6,094	6,090	6,090

¹³ Esto no considera que una parte de los departamentos vendidos son usados y no nuevos por lo tanto no requieren insumos de tierra, pero aun así es útil para comparar el tamaño del mercado de departamentos con el de tierra en cada zona.

$R^2Aj.$	0.354	0.200	0.205	0.344	0.211	0.228
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$. Errores estándar robustos en paréntesis.

En contraste a los resultados de las zonas 1 y 2 donde se cumple la hipótesis de accesibilidad de forma general, las zonas 3 y 4 no presentan capitalizaciones positivas por la mayor accesibilidad. Según la Tabla 3, β_2 es negativo y estadísticamente significativo o nulo para las zonas 3 y 4 en ambos tipos de mercado. Las magnitudes negativas rondan desde una reducción promedio de 6% en los precios del m² de departamentos de la zona 3 y tierra de la zona 4, hasta incluso una reducción de entre 15 a 49% en los departamentos de la zona 4.

Analizando las diferentes características de las zonas y sus anuncios, se proponen otras dos posibles restricciones a la hipótesis de accesibilidad. En primer lugar, existía una alta incertidumbre en los anuncios de 2016 (zonas 3 y 4) porque las obras de construcción comenzaron recién en 2019, a diferencia de los anuncios de 2011 donde las obras iniciaron solamente un año después. Por lo tanto, los anuncios de 2016 no generaron expectativas reales de aumento en la accesibilidad. De ello se deriva la segunda restricción:

Restricción 2) Incertidumbre del anuncio: *si el anuncio no es creíble, la accesibilidad esperada no aumenta y no ocurre capitalización hasta que el anuncio sea creíble.*

La restricción 2 lamentablemente no puede ser verificada en este trabajo debido a que se necesitarían datos posteriores a 2019 para probar el efecto del anuncio en las zonas 3 y 4 con menor incertidumbre, aunque ya otros trabajos han señalado que el atractivo puede generarse solo cuando se acerca la inauguración (Yan et al., 2012).

En segundo lugar, es necesario diferenciar a los compradores de vivienda no subsidiada con los de vivienda subsidiada. Como las zonas 3 y 4 tienen bajo atractivo antes del anuncio, gran parte de las viviendas compradas están subsidiadas por el Estado chileno. Recordando lo señalado en la sección 3, estos subsidios están diseñados de tal forma que imponen un tope al precio de mercado de la vivienda, con lo que una proporción importante se traza a precios bajo este tope. Aunque el anuncio aumenta el atractivo, no es suficiente para que los compradores de vivienda no subsidiada deseen vivir en la zona y, aunque los compradores de vivienda subsidiada estén dispuestos a pagar más, no pagarán más allá del tope que se mantiene fijo en el tiempo. Con ello, se deriva la tercera restricción:

Restricción 3) Mercado Subsidiado: *cuando una parte del mercado de vivienda está siendo subsidiado con topes en los precios, el atractivo de vivir en la zona puede incrementarse sin aumentar los precios.*

Sobre la restricción 3, en búsqueda de entregar vivienda subsidiada con alta accesibilidad, el Estado puede responder a los anuncios intensificando políticas de construcción de vivienda subsidiada en las cercanías, lo que, junto con la restricción, no permite que aumenten los precios promedio e incluso los reduce. Esto puede visualizarse en la zona 4: dentro del radio de 1000 metros, las transacciones de departamentos probablemente

afectadas por el subsidio DS49 representaron un 23% del total de transacciones durante los tres años previo al anuncio, porcentaje que llegó hasta un 82% en los tres años posteriores. El aumento explosivo de vivienda subsidiada dada la restricción 3 puede explicar por qué los precios caen fuertemente en la zona 4 después del anuncio. Los efectos negativos encontrados en la zona 3 son bastante más débiles comparados a los encontrados en la zona 4, lo que se condice con que aquí los departamentos subsidiables experimentaron una caída respecto al total de departamentos vendidos, pasando de representar un 45% a solo un 23% después del anuncio. Sin embargo, la restricción de mercado subsidiado no es suficiente para explicar porque no se encuentran efectos positivos en la zona 3 dado que la vivienda subsidiada se redujo.

Sobre las covariables, β_1 es positivo para casi todos los casos en el mercado de departamentos y negativo para el mercado de tierra, lo que indica que previo a los anuncios, el m² de departamento en las zonas de tratamiento, respecto a las de control, tenían mayores precios, mientras que el m² de tierra tenía menores precios. El coeficiente de constructibilidad no tiene un signo definido, el efecto del tamaño y la superficie útil depende de la zona y como es de esperar, la antigüedad de los departamentos es negativa para el precio en todos los casos.

Tabla 3: Efecto del Anuncio de las extensiones de línea 2 y 3 para El Bosque-San Bernardo (Z3) y Quilicura (Z4), 2013-2019

	Zona 3			Zona 4		
	(1) AB	(2) Local	(3) Local AB	(4) AB	(5) Local	(6) Local AB
Departamentos						
β_1	0.131*** (0.021)	0.018 (0.031)	0.075** (0.032)	0.336*** (0.020)	0.238*** (0.027)	0.238*** (0.027)
β_2	-0.061** (0.027)	-0.066* (0.034)	-0.023 (0.035)	-0.489*** (0.026)	-0.151*** (0.033)	-0.151*** (0.033)
CC	0.041*** (0.002)	0.118*** (0.010)	0.138*** (0.014)	0.043*** (0.002)	-0.335*** (0.027)	-0.335*** (0.027)
$Tamaño(m^2)$	0.000*** (0.000)	0.003*** (0.001)	0.003*** (0.001)	0.000*** (0.000)	-0.000 (0.002)	-0.000 (0.002)
$Anti. (años)$	-0.026*** (0.000)	-0.031*** (0.001)	-0.029*** (0.001)	-0.025*** (0.000)	-0.006*** (0.002)	-0.006*** (0.002)
$N.$	57095	10503	7613	57195	3342	3342
$N. Tratados$	669	669	669	769	769	769
$R^2Aj.$	0.809	0.603	0.499	0.812	0.422	0.422
Tierra						
β_1	-0.193*** (0.020)	-0.186*** (0.021)	-0.188*** (0.021)	-0.166*** (0.022)	-0.262*** (0.028)	-0.262*** (0.028)
β_2	0.036	0.034	0.048*	-0.061**	-0.059*	-0.059*

	(0.025)	(0.026)	(0.026)	(0.028)	(0.032)	(0.032)
<i>Tamaño(m2)</i>	-0.000***	-0.000***	-0.000***	-0.000***	-0.000***	-0.000***
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
<i>Sup útil (m2)</i>	0.001***	0.001***	0.000***	0.001***	0.000***	0.000***
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
<i>N.</i>	137127	23867	21511	136695	8266	8266
<i>N. Tratados</i>	3,015	3,015	3,015	2,583	2,583	2,583
<i>R²Aj.</i>	0.329	0.197	0.210	0.326	0.078	0.078

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$. Errores estándar robustos en paréntesis.

6. Robustez

6.1. Verificación del Supuesto de Tendencias Paralelas

Se estima la ecuación (2) para cada uno de los ocho casos y sus tres variantes de grupos de control, obteniéndose un coeficiente por cada semestre. Para no rechazar el supuesto de tendencias paralelas se espera que los coeficientes de los semestres antes del anuncio sean estadísticamente no distintos de 0. Los resultados son visualizados en las figuras 2 y 3 que presentan el estudio de evento para cada caso con los respectivos intervalos de confianza al 95%.

Al observar ambas figuras, se concluye que algunos resultados pueden estar sesgados. En el caso de los departamentos de las zonas 1 y 2 se observan violaciones al supuesto de tendencias paralelas, pues antes del anuncio, los precios del grupo de tratamiento iban a la baja. Entonces el efecto positivo del anuncio sobre estos podría estar subestimado. Esto es independiente de que grupo de control se utilice como base de comparación.

En el caso de la tierra de las zonas 1 y 2 se cumplen las tendencias paralelas de forma sistemática. Más allá de la particular caída en los precios observada solo durante el segundo semestre de 2009, la diferencia en los precios entre grupo de tratamiento y control se mantiene constante antes del anuncio. Entonces los efectos estimados de este no están influenciados por eventos ocurridos antes. Del mismo modo, en la figura 3 no se observan diferencias sistemáticas previas al anuncio en el caso de los departamentos de las zonas 3 y 4.

Por último, en los mercados de tierra de la zona 3 y 4 existen tendencias previas al alza y a la baja, respectivamente. Por lo tanto, el efecto nulo del anuncio sobre la zona 3 realmente podría ser negativo y el efecto negativo sobre la zona 4 podría ser despreciable o nulo.

Figura 2: Estudio del efecto por semestre para zonas 1 y 2 (2008 a 2019)

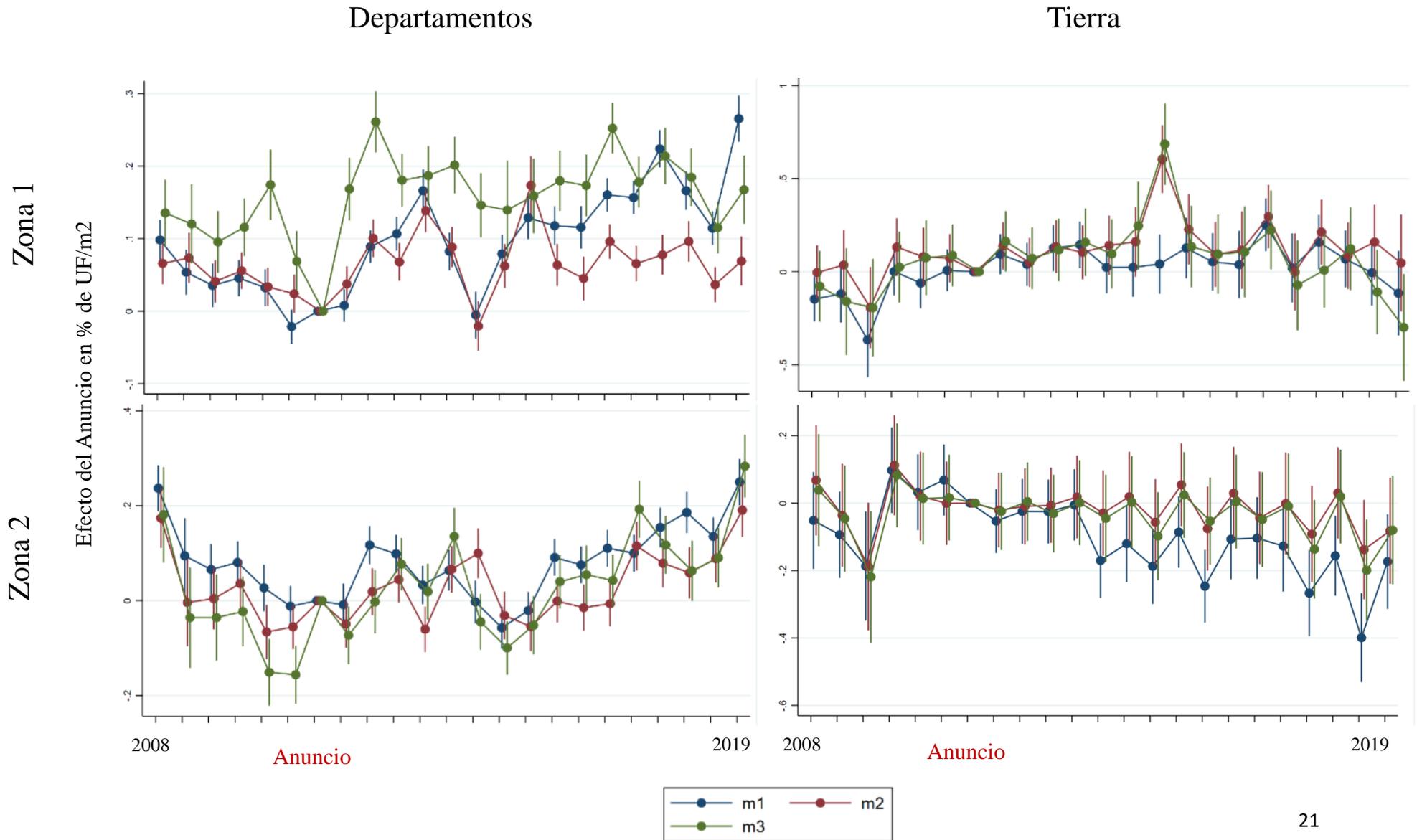
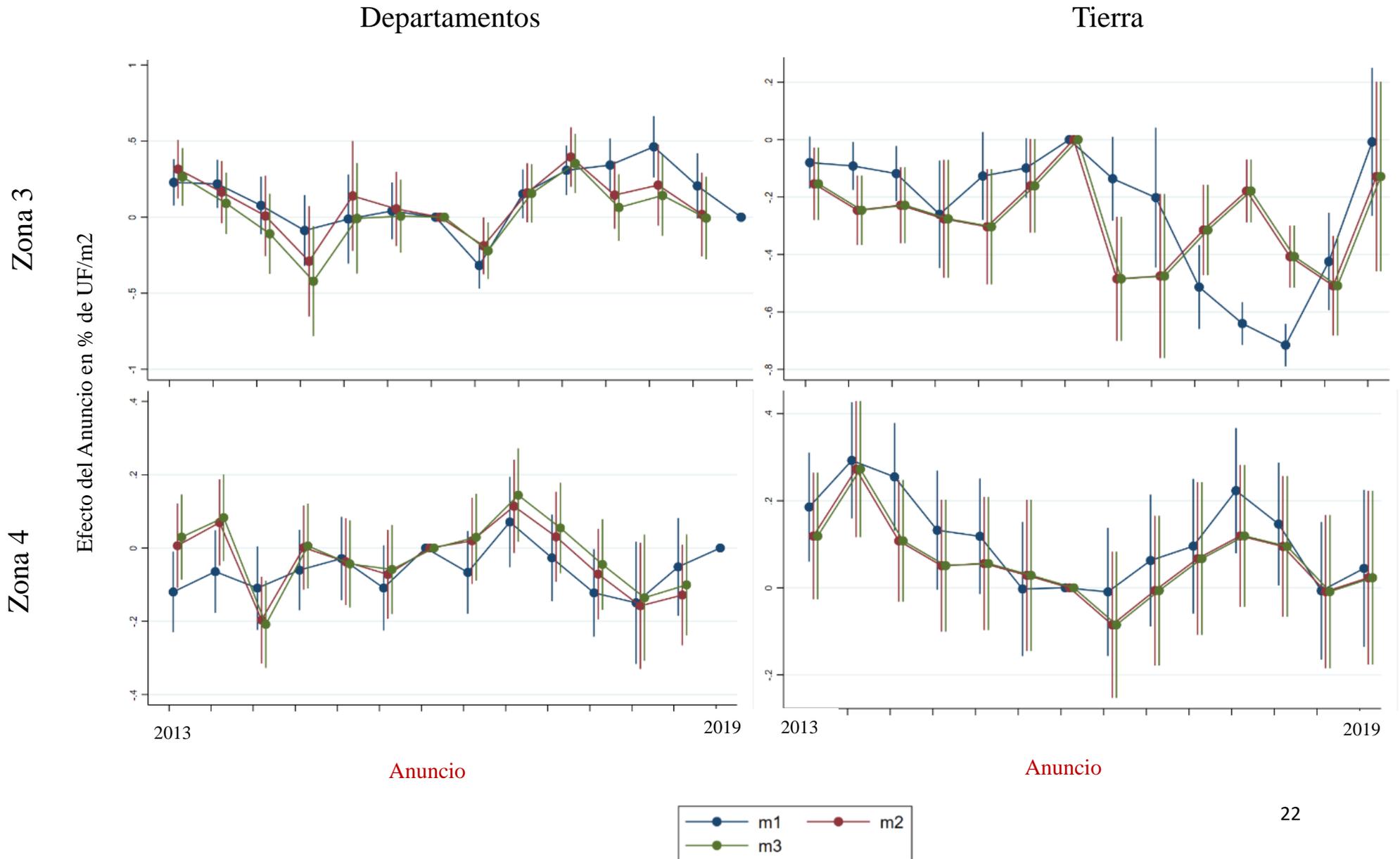


Figura 3: Estudio del efecto por semestre para zonas 3 y 4 (2013 a 2019)



6.2. Heterogeneidad

Respecto a la heterogeneidad de los resultados, se estima la ecuación (1) utilizando el grupo control más general (llamado “AB”) pero con algunas variaciones por separado: implementado un radio de distancia entorno a las estaciones más pequeño (250 y 500 metros); restringiendo la muestra a solo departamentos nuevos (antigüedad menor a tres años); restringiendo la muestra a solo las transacciones no afectadas por el subsidio DS49; separando la muestra entre departamentos de tamaño pequeño, mediano y grande; y, para el mercado de tierra, se reemplaza la variable dependiente por el logaritmo del precio en UF por m² de superficie valorable¹⁴, en vez de la superficie del terreno. La heterogeneidad de β_2 en cada zona se presenta en la tabla 4 para los departamentos y en la tabla 5 para la tierra.

Sobre el efecto para el mercado de departamentos, la tabla 4 enseña que en la zona 1 este es similar para cualquier radio o submuestra, excepto para departamentos grandes. En la zona 2 es positivo para los departamentos nuevos o pequeños, y negativo para los cercanos a menos de 500 metros de la estación, esto último puede explicarse por una externalidad negativa en las cercanías de la estación, como el mayor ruido o criminalidad (Bowes & Ihlanfeldt, 2001). En las zonas 3 y 4 se mantienen efectos negativos o nulos para las distintas variaciones.

Respecto al mercado de tierra, de la tabla 5 se concluye que los efectos son esencialmente nulos para las zonas 2, 3 y 4, aunque existen algunos casos particulares donde los coeficientes son negativos. En la zona 1 los resultados no significativos dentro de radios de 500 metros o menos se explican porque la gran reducción del grupo de tratamiento conlleva a errores estándar grandes que dificultan encontrar significancia estadística (dentro del radio de 1000 metros, pero fuera de los 500 metros se concentra el 65% de las transacciones de tierra de la zona), por lo tanto, en general el efecto en la zona 1 es positivo.

Se debe mencionar que, al restringir la muestra a solo a las transacciones no afectadas por el subsidio DS49, el no cumplimiento de la hipótesis en las zonas 2, 3 y 4 no es evidencia de que la restricción de mercados subsidiados sea poco relevante. Esto porque, puede existir un efecto reemplazo: parte de la capitalización de la accesibilidad se genera mediante el aumento de vivienda no subsidiable pero económica que reemplaza una fracción de la vivienda subsidiada, lo que, manteniendo lo demás constante, reduce el precio promedio de la vivienda no subsidiada. Al solo observar el grupo de vivienda no subsidiable, los β_2 pueden ser negativos por el efecto descrito, incluso aunque exista capitalización de la accesibilidad.

¹⁴ Esta se define como la superficie útil construida en m² más un cuarto de la superficie del terreno en m². Con esto se puede analizar que pasa en el submercado de casas compradas para ser habitadas donde se valora en mayor proporción el tamaño de la casa (superficie útil) que propiamente el tamaño del terreno.

Tabla 4: Heterogeneidad del efecto sobre el m² de departamento para las 4 zonas

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	250m	500m	Nuevos	No Sub.	T.P.	T.M.	T.G.
Departamentos							
Zona 1							
β_2	0.080***	0.080***	0.095***	0.033***	0.156***	0.028***	-0.020***
	(0.011)	(0.011)	(0.006)	(0.005)	(0.010)	(0.009)	(0.008)
Zona 2							
β_2	-0.061**	-0.061**	0.097***	-0.037***	0.070***	-0.043**	0.035
	(0.026)	(0.026)	(0.008)	(0.007)	(0.010)	(0.019)	(0.139)
Zona 3							
β_2	-0.118	-0.118	-0.069***	-0.091***	0.022	0.972***	-
	(0.112)	(0.112)	(0.025)	(0.023)	(0.024)	(0.317)	-
Zona 4							
β_2	-0.185	-0.185	-0.524***	-0.031	-0.457***	-0.526***	-
	(0.193)	(0.193)	(0.025)	(0.028)	(0.034)	(0.048)	-

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$. Errores estándar robustos en paréntesis. Las columnas (1) y (2) indican el resultado utilizando un radio entorno a las estaciones distinto a un kilómetro (250 y 500 metros); la columna (3) corresponde a la submuestra de solo departamentos con una antigüedad igual o menor a tres años; la columna (4) a la submuestra de transacciones mayores a 950 UF, es decir no subsidiables según la normativa del Estado mediante el subsidio DS49; y las columnas (5), (6) y (7) muestran los resultados para las submuestras de departamentos de tamaño pequeño (menor a 56 m²), mediano (entre 56 a 74 m²) y grande (mayor a 74 m²), respectivamente.

Tabla 5: Heterogeneidad del efecto sobre el m² de tierra para las 4 zonas

	(1)	(2)	(3)	(4)
	250m	500m	No Sub.	Sup. valorable
Tierra				
Zona 1				
β_2	0.123	0.123	0.169***	0.152***
	(0.102)	(0.102)	(0.024)	(0.028)
Zona 2				
β_2	-0.044	-0.044	0.006	-0.152***
	(0.080)	(0.080)	(0.024)	(0.024)
Zona 3				
β_2	-0.034	-0.034	0.034	0.035
	(0.087)	(0.087)	(0.025)	(0.023)
Zona 4				
β_2	-0.008	-0.008	0.019	-0.049*
	(0.108)	(0.108)	(0.019)	(0.026)

* $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$. Errores estándar robustos en paréntesis. Las columnas (1) y (2) indican el resultado utilizando un radio entorno a las estaciones distinto a un kilómetro (250 y 500 metros); la columna (3) corresponde a la submuestra de transacciones mayores a 950 UF, es decir no subsidiables según la normativa del Estado mediante el subsidio DS49; y la columna (4) utiliza como

variable dependiente el logaritmo del precio en UF por m² de superficie valorable, esta es, la superficie útil construida más un cuarto de la superficie del terreno en m².

7. Resultados Agregados

Como solo en las zonas 1 y 2 ocurren premios positivos, se realiza un cálculo de los resultados agregados solo considerando estas zonas. Los resultados agregados contemplan calcular los premios estimados de forma absoluta y sumar todos los m² de bienes raíces que habrían sido afectados, de manera de obtener la magnitud total generada para el periodo. Se toman en cuenta tanto las magnitudes mínimas como máximas estimadas en la tabla 2.

En la tabla 6, se resume la magnitud agregada y en la columna (5) se establece a cuanto de los costos de inversión total de las líneas de metro 3 y 6 corresponde cada agregado. El premio a los departamentos sumado entre ambas zonas es de entre 3 a 11% del costo total de la inversión del metro, mientras que para la tierra este es de 1 a 5% de la inversión (considerando en el mínimo el efecto negativo sobre la tierra en la zona 2). Estos porcentajes no son menores si se considera que: i) estas zonas no representan toda la extensión de las líneas, ii) no se considera otros bienes raíces como los comerciales que hipotéticamente también aumentan sus precios, iii) la accesibilidad generada es permanente en el largo plazo, mientras que estos premios solo consideran un horizonte temporal de hasta 8 años después de los anuncios y iv) solo se están considerando los bienes vendidos pero los bienes raíces existentes antes del anuncio también reciben la mejora de accesibilidad aunque esta no sea capitalizada en una venta. Cabe destacar que los premios entre ambos mercados no son sumables ya que, debido al rol de insumo de la tierra, se puede caer en un error de contabilización doble.

Tabla 6: Magnitud Agregada

	Premio (UF/m ²) %		Premio Absoluto (UF/m ²)		Suma de m ² vendidos post anuncio (millones de m ²)		Premio Total (millones de UF)		Premio Total (% del costo de la inversión en L3 y L6)	
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
	Deptos	Tierra	Deptos	Tierra	Deptos	Tierra	Deptos	Tierra	Deptos	Tierra
Zona 1										
<i>mínimo</i>	2.7%	10.0%	1.1	1.4			1,408	2,127	2%	4%
<i>máximo</i>	8.6%	14.2%	3.4	2.1	1,314	1,469	4,484	3,020	8%	5%
Zona 2										
<i>mínimo</i>	2.2%	-15.0%	0.5	-1.0			0,305	-1,524	1%	-3%
<i>máximo</i>	13.5%	0.0%	3.2	0.0	0,578	1,537	1,869	0	3%	0%

Todas las cifras están aproximadas. (1) se extraen de la Tabla 2, (2) es la columna anterior multiplicada por el precio absoluto promedio antes del anuncio de cada zona, (3) es la suma de todos los m² observados en los datos, (4) es el producto entre (2) y (3), (5) es (4) dividido por el costo total de inversión del metro. Este costo se calcula según la información oficial de Metro S.A. que indica una inversión total de US\$ 2.758 millones, lo que de forma simplista se convierte a UF utilizando el tipo de cambio dólar/peso chileno y el valor de la UF en pesos chilenos del día en que inician las obras de construcción del metro (13/09/12) extraídos del servicio

de impuestos internos. Con un tipo de cambio de \$474 por dólar y un valor de la UF de \$22.565, el costo se calcula en 57,877 millones de UF.

8. Conclusión

En esta investigación se estudia la hipótesis de capitalización de accesibilidad: los precios de vivienda y tierra de una ubicación aumentan ante mejoras de accesibilidad. Para ello, se utiliza una metodología de diferencias en diferencias con el fin de estimar el efecto de los anuncios de nuevas líneas del metro de Santiago, entendidos como mejoras esperadas a la accesibilidad, sobre los precios de departamentos y tierra en 4 zonas de la ciudad.

El signo y la magnitud de los resultados dependen de las características de las zonas, lo cual se precisa en tres restricciones que impiden la capitalización de la accesibilidad: I) la abundancia de tierra, II) la incertidumbre en los anuncios y III) la presencia de mercados subsidiados. La zona 1 no presenta ninguna de las restricciones, por lo que se cumple la hipótesis de accesibilidad de manera fuerte. La zona 2 presenta abundancia de tierra, con lo que no se encuentran efectos en el mercado de la tierra. Finalmente, las zonas 3 y 4 exhiben mercados subsidiados y su anuncio conllevó a mayor incertidumbre que en las otras zonas debido a la tardanza en las obras de construcción.

Concretamente, en la zona 1 los precios por m² de departamentos aumentan en promedio entre un 2,7 a un 8,6% (similar al efecto promedio de la literatura de 4% según Debrezion, 2007), mientras que el m² de tierra aumenta entre 10 y 14,2%; en la zona 2 los precios por m² de departamentos aumentan en promedio entre un 2,2 hasta un 13,5% y la tierra no se ve afectada; en las zonas 3 y 4 no ocurre capitalización de accesibilidad de ningún tipo. La elección arbitraria de los grupos de control puede alterar la magnitud de los resultados. Además, el supuesto de tendencias paralelas no se cumple para los estimadores que indican premios positivos a los precios por m² de departamento (zonas 1 y 2), por lo que estos podrían estar siendo influenciados por otros factores previos al anuncio y, potencialmente, subestimados. Un espacio de mejora es utilizar otros criterios para elegir grupos de control que permitan el cumplimiento de las tendencias paralelas.

Respecto a las zonas 1 y 2, se calcula que el beneficio total capitalizado durante los 8 años posteriores al anuncio es equivalente a entre un 3 y 11% del costo total de inversión de las líneas de metro en el caso de los departamentos, y entre un 1 a 5% en el caso de la tierra. Estas magnitudes agregadas —junto con las estimadas para la línea 4 del metro de Santiago por Agostini & Palmucci (2008)— no son despreciables si se considera que son una pequeña parte del beneficio potencial capitalizado en precios de vivienda. Además, los vendedores de departamentos capitalizan la mayor parte del beneficio, lo que se condice con las demás investigaciones para el caso de Santiago (Lopez et al., 2014; 2019; 2023). La relevancia de estas magnitudes abre la discusión a políticas de captura de valor de suelo para, por ejemplo, financiar las mismas inversiones de transporte público.

El aporte de este trabajo a la literatura consiste en explorar las razones teóricas de por qué la capitalización de la accesibilidad solo se cumple en algunos casos. Primero, la restricción

de abundancia de tierra podría explicar por qué existen casos con aumento en el precio de departamentos, pero no de tierra o viviendas unifamiliares, como en Duncan (2004) y López-Morales et al. (2014; 2019). Asimismo, respalda lo indicado por López-Morales et al. (2023), que encuentra que los propietarios de tierra obtienen menores premios en las comunas menos ricas con líneas de metro más nuevas (en este caso la zona 2 respecto a la 1 que ya tenía acceso parcial a una línea de metro antigua). Segundo, cuando no existe capitalización en los precios, la literatura señala como causas la reducida mejora en el atractivo (Gatzlaff & Smith, 1993; Du & Mulley, 2007) o la presencia de externalidades negativas (Chen et al., 1998; Forouhar y Hasankhani, 2018), sin embargo, en este trabajo se señala que la presencia de mercados de vivienda subsidiados (muy relevantes en zonas de bajo atractivo de la ciudad de Santiago) son un mecanismo por el cual el atractivo aumenta y los precios pueden incluso caer. Tercero, este trabajo no es concluyente acerca de si la capitalización ocurre con el anuncio (Knaap et al., 2001; Agostini & Palmucci, 2008) o más bien cuando existe menor incertidumbre y se acerca la fecha de inauguración (Yan et al., 2012). Aunque, se señala que el inicio de las obras de construcción podría ser relevante.

Futuros estudios deben comprobar en detalle cuáles restricciones a la capitalización son más importantes y cómo estas pueden variar dinámicamente a medida que se desarrollan los barrios. Sin duda, y como se argumenta largamente en la literatura, en las zonas de bajo atractivo se requiere complementar las nuevas estaciones de metro con otro tipo de políticas, como una estrategia de Desarrollo Orientado al Transporte (TOD) que permita reducir las externalidades negativas y hacer más eficiente la inversión pública. En esta línea, se debe tomar en cuenta el rol que juega la particular política de subsidios de vivienda del Estado chileno, que, entre otras cosas, aminora los efectos de gentrificación.

9. Bibliografía

Agostini, C., & Palmucci, G. (2008). Capitalización anticipada del metro de Santiago en el precio de las viviendas. *El trimestre económico*, 75(298), 403-431.

Asahi, K., & Pinto, I. (2022). Transit, academic achievement and equalisation: evidence from a subway expansion. *Journal of Economic Geography*, 22(5), 1045-1071.

Blanco, A. G., Moreno, N., Vetter, D. M., & Vetter, M. F. (2016). El potencial de la captura de plusvalías para la financiación de proyectos urbanos: consideraciones metodológicas y casos prácticos. Andrés G. Blanco B./Nancy Moreno M./David M. Vetter/Marcia F. Vetter.

Billings, S. B. (2011). Estimating the value of a new transit option. *Regional Science and Urban Economics*, 41(6), 525-536.

Bowes, D. R., & Ihlanfeldt, K. R. (2001). Identifying the impacts of rail transit stations on residential property values. *Journal of urban Economics*, 50(1), 1-25.

Centro de Estudios de Ciudad y Territorio (2023). Estadísticas de subsidios pagados anualmente por región.

Chen, H., Rufolo, A., & Dueker, K. J. (1998). Measuring the impact of light rail systems on single-family home values: A hedonic approach with geographic information system application. *Transportation Research Record*, 1617(1), 38-43.

Dai, X., Bai, X., & Xu, M. (2016). The influence of Beijing rail transfer stations on surrounding housing prices. *Habitat International*, 55, 79-88.

Debrezion, G., Pels, E., & Rietveld, P. (2007). The impact of railway stations on residential and commercial property value: A meta-analysis. *The journal of real estate finance and economics*, 35, 161-180.

Debrezion, G., Pels, E., & Rietveld, P. (2011). The impact of rail transport on real estate prices: an empirical analysis of the Dutch housing market. *Urban studies*, 48(5), 997-1015.

Du, H., & Mulley, C. (2006). Relationship between transport accessibility and land value: Local model approach with geographically weighted regression. *Transportation Research Record*, 1977(1), 197-205.

Du, H., & Mulley, C. (2007). The short-term land value impacts of urban rail transit: Quantitative evidence from Sunderland, UK. *Land Use Policy*, 24(1), 223-233.

Forouhar, A., & Hasankhani, M. (2018). The effect of Tehran metro rail system on residential property values: A comparative analysis between high-income and low-income neighbourhoods. *Urban studies*, 55(16), 3503-3524.

Gatzlaff, D. H., & Smith, M. T. (1993). The impact of the Miami Metrorail on the value of residences near station locations. *Land economics*, 54-66.

Hidalgo, R., Zunino Edelsberg, H. M., & Álvarez Correa, L. (2007). El emplazamiento periférico de la vivienda social en el área metropolitana de Santiago de Chile: consecuencias socio espaciales y sugerencias para modificar los criterios actuales de localización.

Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (2023). División Política Administrativa 2020. <https://www.ide.cl/index.php/limites-y-fronteras/item/1528-division-politica-administrativa-2020>

Knaap, G. J., Ding, C., & Hopkins, L. D. (2001). Do plans matter? The effects of light rail plans on land values in station areas. *Journal of Planning Education and Research*, 21(1), 32-39.

Li, S., Chen, L., & Zhao, P. (2019). The impact of metro services on housing prices: a case study from Beijing. *Transportation*, 46, 1291-1317.

Liu, G., Wei, L., Gu, J., Zhou, T., & Liu, Y. (2020). Benefit distribution in urban renewal from the perspectives of efficiency and fairness: A game theoretical model and the government's role in China. *Cities*, 96, 102422.

López, E., Meza, D., & Gasic, I. (2014). Neoliberalismo, regulación ad-hoc de suelo y gentrificación: el historial de la renovación urbana del sector Santa Isabel, Santiago. *Revista de Geografía Norte Grande*, (58), 161-177.

López, E., Sanhueza, C., Espinoza, S., Ordenes, F., & Orozco, H. (2019). Rent gap formation due to public infrastructure and planning policies: An analysis of Greater Santiago, Chile, 2008–2011. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 51(7), 1536-1557.

López-Morales, E., Sanhueza, C., Herrera, N., Espinoza, S., & Mosso, V. (2023). Land and housing price increases due to metro effect: An empirical analysis of Santiago, Chile, 2008–2019. *Land Use Policy*, 132, 106793.

Mulley, C., Sampaio, B., & Ma, L. (2017). South eastern busway network in Brisbane, Australia: Value of the network effect. *Transportation research record*, 2647(1), 41-49.

McMillen, D. P., & McDonald, J. (2004). Reaction of house prices to a new rapid transit line: Chicago's midway line, 1983–1999. *Real Estate Economics*, 32(3), 463-486.

Metro S.A. (2023). Memorias anuales desde 2008 a 2022. <https://www.metro.cl/gobierno-corporativo/memoria>

Tapia Zarricueta, R. (2011). Vivienda social en Santiago de Chile: análisis de su comportamiento locacional, periodo 1980-2002. *Revista invi*, 26(73), 105-131.

Tan, R., He, Q., Zhou, K., & Xie, P. (2019). The effect of new metro stations on local land use and housing prices: The case of Wuhan, China. *Journal of Transport Geography*, 79, 102488.

Wagner, G. A., Komarek, T., & Martin, J. (2017). Is the light rail “Tide” lifting property values? Evidence from Hampton Roads, VA. *Regional Science and Urban Economics*, 65, 25-37.

Wen, H., Gui, Z., Tian, C., Xiao, Y., & Fang, L. (2018). Subway opening, traffic accessibility, and housing prices: A quantile hedonic analysis in Hangzhou, China. *Sustainability*, 10(7), 2254.

Yan, S., Delmelle, E., & Duncan, M. (2012). The impact of a new light rail system on single-family property values in Charlotte, North Carolina. *Journal of Transport and Land Use*, 5(2), 60-67.

Yen, B. T., Mulley, C., Shearer, H., & Burke, M. (2018). Announcement, construction or delivery: When does value uplift occur for residential properties? Evidence from the Gold Coast Light Rail system in Australia. *Land use policy*, 73, 412-422.

Yen, B. T., Mulley, C., & Shearer, H. (2019). Different stories from different approaches in evaluating property value uplift: evidence from the gold coast light rail system in Australia. *Transportation research record*, 2673(3), 11-23.

10. Apéndice

Apéndice 1: Comunas utilizadas como muestra de control local para cada zona:

Zona	Comunas donde ocurre el anuncio	Comunas aledañas agregadas a la muestra local
1	Ñuñoa y Providencia	Macul
2	Independencia y Conchalí	Recoleta, Renca y Huechuraba
3	El Bosque y San Bernardo	La Cisterna, La Pintana, San Ramón y Lo Espejo
4	Quilicura	Ninguna

